حاضری، افسانه؛ توکلی زاده راوری، محمد؛ احمدی، ندا؛ سهیلی، فرامرز (۱۳۹۵). تبیین چگونگی پیوند فناوری و علم: مطالعه موردی حوزه نانو الکترونیک. *پژوهش‌نامه کتابداری و اطلاع‌رسانی*، ۶ (۲)، ۲۸۰-۲۶۱.

تبیین چگونگی پیوند فناوری و علم: مطالعه موردی حوزه نانو الکترونیک

دکتر افسانه حاضری[۱]، دکتر محمد توکلی زاده راوری[۲]، ندا احمدی[۳]، دکتر فرامرز سهیلی[۴]

تاریخ دریافت: ۹۵/۵/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۵/۷/۷

چکیده

هدف: *تمایز میان مفاهیم علم و فناوری، شناخت رابطه بین این دو قلمرو را برای سیاستگذاری‌علمی و اقتصادی به یک ضرورت تبدیل کرده است. ارتباط علم و فناوری ارتباطی متحول و متغیر است و بسته به شرایط ممکن است از یک حوزه به حوزه دیگر، یا از یک زمان به زمان دیگر متفاوت باشد.هدف پژوهش حاضر بررسی روند رشد، قدرت علمی و قدرت فنی پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک در پایگاه اداره ثبت اختراع آمریکا است.*

روش: *این پژوهش به‌صورت توصیفی- تحلیلی و با استفاده از فنون علم‌سنجی انجام شده است. جامعه مورد پژوهش تمام پروانه‌های ثبت اختراع نانوالکترونیک در پایگاه اداره ثبت اختراع آمریکا است. داده‌ها با استفاده از فنون جستجوی خاص پایگاه، بازیابی و برای تجزیه‌وتحلیل با استفاده از فنون برنامه‌نویسی سی‌شارپ استخراج شده‌اند.*

یافته‌ها: *روند رشد پروانه‌های نانو الکترونیک افزایش قابل‌توجهی به‌ویژه از سال ۲۰۰۰ به بعد را نشان می‌دهد. بررسی فهرست منابع و ماخذ این پروانه‌ها نیز حاکی از رشد بالای استنادها در آنها است. در این پژوهش، هم‌چنین علاوه بر قدرت علمی و پیوند با علم شاخص پیوند با فناوری و قدرت فنی برای پروانه‌های ثبت اختراع به‌شکل ابداعی، محاسبه و مشخص شد که قدرت فنی پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک دو برابر قدرت علمی این مدارک است. پررنگ‌¬تر بودن جنبه فنی پروانه‌¬های ثبت اختراع نانوالکترونیک ممکن است ناشی از ماهیت کاربردی این حوزه باشد و حجم وسیع تر پروانه‌¬های مرتبط قبلی می‌تواند مزید بر علت باشد.*

کلیدواژه‌ها: *پروانه ثبت اختراع، پیوند علمی، پیوند فنی، پیوند بین علم و فناوری، روند رشد.*

---

۱. استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه یزد، af_hazeri@yahoo.com; hazeria@yazd.ac.ir

۲. استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه یزد، mravari@yahoo.com

۳. کارشناسی ارشد علم‌سنجی دانشگاه یزد، neda68ahmadi@gmail.com

۴. استادیار گروه علم اطلاعات و دانش‌شناسی دانشگاه پیام نور(نویسنده مسئول)، fsohieli@ gmail.com; f_soheili@pnu.ac.ir

مقدمه

پروانه‌های ثبت اختراع از مهم‌ترین مدارک فنی به‌شمار می‌آیند. براساس تعریف سازمان جهانی مالکیت فکری، پروانه، حقی انحصاری است که در قبال اختراع انجام شده به مخترع یا نماینده قانونی وی اعطا می‌شود. به‌موجب این سند، مخترع اختیار بهره‌برداری از اثر خود را در یک محدوده زمانی مشخص که عمدتاً ۲۰ سال است، به‌دست می‌آورد و از حمایت قانونی اداره ثبت اختراع در برابر کپی‌برداری یا هر-گونه استفاده غیرمجاز دیگر برخوردار می‌شود (World Intellectual Property Organization, 2011).

اطلاعات موجود در پروانه‌های ثبت اختراع را می‌توان به دو گروه اطلاعات قانونی و اطلاعات فنی تقسیم کرد. اطلاعات قانونی هر پروانه شامل نام اداره صادرکننده، نام و نشانی مخترع، کشوری که در آن اختراع به‌ثبت رسیده و تحت حفاظت است و اطلاعات فنی شامل شرح اختراع، مشکلی که اختراع به حل آن کمک می‌کند به‌همراه راه‌حل مشکل، و تشریح دقیق اختراع صورت گرفته، طبقه‌بندی بین‌المللی و نقشه‌هاست (باقری و بداغی، ۱۳۸۱)، فهرست استنادها نیز به‌عنوان بخشی از اطلاعات فنی، جزء مهمی از ساختار پروانه‌های ثبت اختراع را تشکیل می‌دهد و از ملزومات این مدارک در صفحه اول آنهاست (Looy et al., 2007). طبق قانون اخذ پروانه[۱] از این اداره، متقاضیان ثبت اختراع موظف هستند که اطلاعات مربوط به‌کلیه اختراعات و انتشارات مرتبط با کارشان را در اختیار ارزیابان قرار دهند تا براساس آن، از نو بودن[۲] کار اطمینان حاصل شود و اعتبار[۳] پروانه در دست بررسی مورد تأیید قرار گیرد. از طرفی، ارزیابان نیز ملزم هستند با انجام جستجو از وجود منابع مرتبط مطلع شوند و نو بودن درخواست فعلی را با توجه به شواهد قبلی بررسی کنند. در فهرست استنادها، انتساب هر استناد به شخص متقاضی[۴] و یا به ارزیابان[۵]مشخص شده است. همچنین، استنادها در پروانه‌ها به انواع مختلف منابع صورت می‌گیرد. بر این اساس فهرست استنادهای پروانه‌ها در بخش‌های مختلف تنظیم شده است که شامل استناد به پروانه‌های ثبت اختراع آمریکایی[۶]، استناد به پروانه‌های ثبت اختراع غیرآمریکایی[۷]، و استناد به سایر انواع مدارک[۸] (از (از جمله مقالات علمی، پایان‌نامه‌ها، گزارش‌های فنی و مانند آن) می‌باشد.

شاخص‌های استنادی که با استفاده از اطلاعات استنادها قابل محاسبه هستند، در زمره یکی از سه

1. Patent law
2. Novelty
3. Authority
4. by Applicant
5. by Examiner
6. U.S. Patent Documents
7. Foreign patent Documents
8. Other References

شاخص معرفی شده از سوی سازمان همکاری اقتصادی و توسعه [1] (Zuniga et al., 2009) می‌باشند که برای مطالعه پروانه‌های ثبت اختراع توسعه پیدا کرده‌اند. مطالعات مبتنی بر این شاخص‌ها با بررسی استنادهای گذشته و آینده، می‌تواند میزان نو بودن اختراعات و میزان تأثیرگذاری آنها را نمایان سازد.

در سطح شرکت‌ها فرانسیس نارین شاخص‌هایی برای سنجش و پایش اطلاعات موجود در پروانه‌های ثبت اختراع ابداع کرد که از آن میان، شاخص‌های پیوند با علم[2] و قدرت علمی[3] بر پایه اطلاعات استنادها شکل گرفته است (Narin, 2000). طبق تعریف نارین، پیوند با علم برابر با میانگین تعداد استناد به مقالات علمی در پروانه‌های یک شرکت است. بالا بودن میزان پیوند با علم در پروانه‌های یک شرکت نشان می‌دهد که آن شرکت تا چه حد فناوری‌های خود را برپایه پیشرفت‌های علمی بنا کرده است. شرکت‌های پیشرو در عرصه فناوری مایلند تا نسبت به رقبایشان شاخص پیوند با علم بالاتری داشته باشند و به همین جهت، این نوع استناددهی به‌سرعت در حال فراگیر شدن است. قدرت علمی آن‌گونه که نارین تعریف می‌کند عبارت است از حاصل‌ضرب تعداد کل پروانه‌ها در سنجه پیوند با علم و نشان می‌دهد که تا چه اندازه یک شرکت، از علوم در تولید پروانه‌های خود استفاده کرده است (نقل در توکلی‌زاده و سهیلی، ۱۳۹۲).

مطالعه استنادی پروانه‌های ثبت اختراع کمک شایانی به‌کشف الگوهای انتقال دانش می‌نماید و چگونگی جریان دانش فنی از یک سازمان، کشور یا حوزه موضوعی به سازمان‌ها، کشورها و حوزه‌های موضوعی دیگر را نمایان می سازد. این جریان دانش ممکن است از علم به فناوری یا بالعکس از فناوری به علم نیز شکل گیرد. با تحلیل اطلاعات استنادها در مدارک علمی و فنی حوزه‌های مختلف می‌توان دریافت که نوآوری‌های بخش‌های مختلف علمی و فنی تا چه اندازه برپایه پیشرفت‌های متقابل شکل گرفته‌اند و تقویت این ارتباطات تا چه اندازه و در چه زمینه‌هایی بیشتر باید مدنظر قرار گیرد.

با توجه به اهمیت حوزه نانو الکترونیک و اینکه یکی از روش‌های مهم برای برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری‌های صحیح توسعه علم و فناوری، استفاده از اطلاعات موجود در پروانه‌های ثبت اختراع است، در پژوهش حاضر سعی بر آن است تا ارتباط بین علم و فناوری در حوزه نانوالکترونیک از طریق مطالعه استنادهای پروانه‌های این حوزه مورد مطالعه قرار گیرد.

---

1. The Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD)
2. Science Linkage (SL)
3. Science Strength (SS)

پرسش‌های پژوهش

۱. روند رشد پروانه‌های ثبت اختراع نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا طی سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ چگونه است؟
۲. روند رشد استنادهای موجود در پروانه‌های ثبت اختراع نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا طی سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ چگونه است؟
۳. توزیع استنادهای موجود در پروانه ثبت اختراع نانوالکترونیک به پروانه‌های ثبت اختراع (به‌تفکیک پروانه‌های آمریکایی و غیرآمریکایی) و سایر انواع مدارک چگونه است؟
۴. میزان سنجه‌های پیوند با علم و فناوری در پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا چگونه است؟
۵. میزان سنجه‌های قدرت علمی و قدرت فنی در پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا چگونه است؟

مرور پیشینه پژوهش

در بررسی رابطه بین علم و فناوری، از جنبه فلسفی نظریات متعددی در طول تاریخ ارائه شده است. مدل خطی یا سلسله مراتبی[1] که با گزارش بوش مورد استقبال جامعه علمی به‌ویژه مهندسین قرار گرفت، حاکی از این بود که پژوهش‌های علمی به خلق دانش جدید منجر می‌شوند و اساس پیشرفت‌های فناوری واقع می‌گردند (Bush, 1945). این اندیشه در نظریه بانج «فناوری به‌مثابه علم کاربردی[2]» به‌خوبی منعکس شده است (Bunge, 1966). در اواخر دهه ۱۹۶۰ و اوایل دهه ۱۹۷۰ پژوهش‌هایی انجام گرفت که صحت مدل خطی را زیر سؤال برد. پژوهش‌های انجام شده از سوی مؤسسه پژوهش‌های فناوری ایلینویز[3] (۱۹۶۸) از اولین واکنش‌ها در این زمینه به‌شمار می‌رود. به‌دنبال گزارش مؤسسه مذکور، پژوهشگران متعددی بر این مسئله مهر تأیید زدند و اعلام کردند که بخش اعظم دانش مورد استفاده در نوآوری‌ها از منابع فناورانه سرچشمه می‌گیرد (Gibbons and Johnston, 1974). آنچه‌که این مطالعات در پی اثبات آن بودند این بود که رابطه بین علم و فناوری یک رابطه مستقیم نیست و دانش فناورانه در مقایسه با اکتشافات علمی نقش مهم‌تری در پیشرفت فناوری‌ها دارد. در بررسی این واقعیت پرایس[4] (۱۹۶۵) که از پیشگامان

---

1. The Hierarchical (linear) Model.
2. Technology as Applied Science
3. The Illinois Institute of Technology Research Institute
4. Price

حوزه علم‌سنجی به‌شمار می‌رود، متذکر شد که اگر فناوری و علم رابطه سلسله مراتبی دارند، باید استناد-های آنها نیز با یکدیگر در ارتباط باشد. وی در مطالعات خود به این نتیجه دست یافت که بین بخش اعظم فناوری و متون علمی ارتباط قابل ملاحظه‌ای به‌چشم نمی‌خورد. پس از آن مطالعات متعددی با تکیه بر روش‌های علم‌سنجی به بررسی رابطه علم و فناوری در حوزه‌های مختلف پرداختند. در پژوهش‌های انجام شده که اغلب با رویکرد تحلیل استنادی صورت گرفته است فهرست منابع و ماخذ مقالات و پروانه‌های ثبت اختراع به‌منظور تعیین چگونگی ارجاع‌دهی این دو گروه مدارک مورد بررسی قرار گرفته‌اندکه در ادامه به چند نمونه اشاره می‌شود:

پرکو و نارین[1] (۱۹۹۷) در مقاله‌ای با عنوان «انتقال دانش عمومی به فناوری ثبت شده به‌عنوان پروانه ثبت اختراع: مطالعه موردی در علوم کشاورزی» به بررسی میزان انتقال دانش از تحقیقات علمی به فناوری صنعتی پرداختند. این پژوهش به مطالعه ارتباط بین علوم تحت پوشش سرویس ای. آر. آس.[2] با فناوری ثبت اختراع از طریق بررسی استنادهای پروانه‌های ثبت اختراع آمریکا به مقالات علمی این مؤسسه در طول دوره زمانی ۱۹۸۷–۱۹۸۸ و ۱۹۹۳–۱۹۹۴ پرداخته است. اطلاعات مربوط به مقالات علمی مورد بررسی از نمایه استنادی علوم و در یک دوره زمانی ۶ ساله، به‌دست آمده است. طبق یافته‌های پژوهش تعداد استنادهای پروانه‌های ثبت اختراع به مقالات به‌طور کلی در دوره زمانی ۶ ساله چهار برابر افزایش داشته و مقالات حوزه زیست‌شناسی به‌شدت توسط پروانه‌های ثبت اختراع آمریکا مورد استناد قرار گرفته‌اند.

هیکس[3] (۲۰۰۰) در مقاله‌ای با عنوان «تحلیل ارتباط ۳۶۰ درجه» به بررسی رابطه علم و فناوری با استفاده از شاخص‌های هم‌نویسندگی، همکاری در ثبت اختراع، ارجاعات و استنادات از هشت جنبه گوناگون در موسسه دیوپونت[4] آمریکا پرداخته است. این مقاله به‌تحلیل پروانه‌های ثبت اختراعی که مقالات دیوپونت را مورد استناد قرار داده‌اند پرداخته است و میزان ارجاع پروانه‌های ثبت اختراع دیوپونت به مقالات سازمان‌های دیگر را نیز مورد بررسی قرار داده است. در بخش بعدی میزان ارجاع پروانه‌های ثبت اختراع دیوپونت به پروانه‌های ثبت اختراع سایر مؤسسات و میزان ارجاع پروانه‌های ثبت اختراع سایر مؤسسات به پروانه‌های ثبت اختراع دیوپونت بررسی شده است. با استفاده از نتایج این پژوهش سازمان‌هایی که در زمینه فناوری بر پروانه‌های ثبت اختراع مؤسسه دیوپونت استوار هستند شناسایی شد.

1. Perko, & Narin
2. ARS
3. Hicks
4. Diopont

مک‌میلان[1] و همکاران (۲۰۰۰) در مقاله‌ای تحت عنوان «تحلیلی بر نقش مقالات علمی در نوآوری: مورد مطالعه حوزه بیوتکنولوژی» به بررسی ۱۱۹ شرکت از میان ۲۲۰ شرکت فعال در زمینه بیوتکنولوژی از سال ۱۹۹۷ پرداختند. تعداد پروانه‌های ثبت اختراع این شرکت‌ها به ۲۳۳۴ عدد می‌رسید که تعداد ۱۰۳۳۵ پروانه ثبت اختراع به آنها استناد کرده بودند. یافته‌های این پژوهش نشان داد که بیوتکنولوژی بیش از سایر حوزه‌ها به مقالات علمی وابسته است و در الگوهای استنادی پروانه‌های ثبت اختراع سوگیری ملی وجود دارد.

دانگ[2] و دیگران (۲۰۱۰) به بررسی «روند جهانی درخواست ثبت پروانه‌های نانوفناوری از سال ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۸» پرداختند. آنان در پایگاه esp@cent و در فیلدهای عنوان و چکیده به جستجوی درخواست‌های ثبت پروانه‌های فناوری نانو پرداختند. نتایج حاکی از آن است که از سال ۲۰۰۰ به بعد رشد قابل‌توجهی در تقاضای ثبت اختراع در این فناوری مشاهده شده است که یکی از دلایل این امر برنامه‌های ملی برای ترویج فناوری نانو ذکر شده است. نکته دیگر رشد بالای پروانه‌ها در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۸ است که در همین بازه زمانی مقالات این حوزه نیز رشد قابل تأملی داشته‌اند. نتایج این پژوهش هم چنین نشان می‌دهد که رشد تقاضای ثبت پروانه در پایگاه اداره ثبت اختراع آمریکا بیش از دیگر پایگاه‌ها رخ داده است.

از نمونه مطالعات انجام شده در داخل کشور امیری، نیکنام و صاحبی‌نژاد (۱۳۸۷) در پژوهشی به‌منظور ارزیابی توان نوآوری و جذابیت بازار فناوری نانو در کشورهای مختلف، روند رشد پروانه‌های ثبت اختراع و مقالات این حوزه را با استفاده از پایگاه داده QPAT در بازه زمانی ۲۰۰۷-۲۰۰۱ مورد بررسی قرار دادند. طبق یافته‌های این پژوهش در مجموع سال‌های مورد بررسی تعداد ۵۶۷۰۲ اختراع مرتبط با فناوری نانو در ۷۳ دفتر ثبتی در سراسر دنیا به‌ثبت رسیده است. یافته‌های این پژوهش نشان داد که ایران در کل صاحب ۷ اختراع در این فناوری بوده و رتبه کشور در ثبت اختراعات مربوط به فناوری نانو از ۴۹ در سال ۲۰۰۴ به ۴۲ در سال ۲۰۰۷ رسیده است. در این پژوهش، هم‌چنین تعداد مقالات مربوط به فناوری نانو با جستجوی عبارت مناسب در پایگاه وب آو ساینس[3] به‌دست آمد. یافته‌های این بخش حاکی از این است که بین توانمندی علمی و تولید فناوری رابطه مستقیمی وجود دارد و با افزایش تعداد مقالات فناوری نانو تعداد اختراعات نیز طبق معادله‌ای خطی افزایش یافته است.

1. McMillan
2. Dang
3. Web of Science

شهبازی منشادی (۱۳۹۳) در پایان‌نامه خود تحت عنوان «مطالعه شدت استناد به پروانه‌های ثبت اختراع در مقالات مجلات شیمی ایران» به بررسی میزان استناد مقالات به‌عنوان نماینده علم حوزه شیمی ایران به پروانه‌های ثبت اختراع به‌عنوان نماینده فناوری از جنبه روابط استنادی معکوس پرداخت. جامعه پژوهش وی را کلیه مقالات علمی پژوهشی حوزه شیمی ایران نمایه شده در بانک اطلاعات نشریات کشور و پایگاه اطلاعات علمی جهاد دانشگاهی بین سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۹۰ تشکیل می‌دهد. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که رشد مقالات و فهرست ارجاعات مقالات شیمی در طول دوره مورد بررسی از رابطه نمایی مثبت تبعیت کرده است اما، با وجود این رابطه مثبت میزان استناد مقالات به پروانه‌های ثبت اختراع در طول سال‌های مورد بررسی تغییر محسوسی نکرده است.

جمع بندی پیشینه

مرور مطالعات گذشته حاکی از آن است که هر چند در زمینه تحلیل استنادی پروانه‌های ثبت اختراع پژوهش‌های متفاوتی صورت گرفته است و اهمیت استنادها در پروانه‌های ثبت اختراع در مطالعات متعددی به اثبات رسیده است، اما در مورد رابطه علم و فناوری در پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانو الکترونیک پژوهشی یافت نشد. نکته قابل‌توجه دیگر در مطالعات انجام شده بر پروانه‌های ثبت اختراع این است که نانوالکترونیک از حوزه‌هایی است که علاوه بر کاربرد فراوان، در آینده شاهد پیشرفت‌های قابل-توجهی خواهد بود.

روش‌شناسی

این پژوهش از نوع پژوهش‌های علم‌سنجی است و با استفاده از روش تحلیل استنادی انجام گرفته است. جامعه این پژوهش را تمامی پروانه‌های ثبت اختراعی تشکیل می‌دهند که در نظام پروانه‌های ثبت اختراع آمریکا دارای اصطلاح نانوالکترونیک هستند. انتخاب راهبرد مناسب جستجو برای بازیابی پروانه‌های مربوط بسیار مهم است چون روایی پژوهش و نتایج حاصل از آن به میزان بالایی به‌نحوه استخراج مدارک مربوط بستگی دارد. از این‌رو برای بازیابی کامل اطلاعات مربوط به فناوری نانوالکترونیک، کلیدواژه "nanoelectronic" با شکل‌های زیر در فیلد جستجوی پایگاه اداره ثبت اختراع و علائم تجاری آمریکا[1] وارد شد:

nanoelectronic , nano electronics , nano electronic , nanoelectronics , nano-electronic , nano-electronics , nano_electronic , nano_electronics

1. USPTO

به‌منظور دست‌یابی به یک جستجوی جامع، این کلیدواژه‌ها در فیلد عمومی پایگاه اطلاعاتی مورد جستجو قرار گرفت تا تمام پروانه‌های مرتبط بازیابی شوند. در این جستجو، هیچ‌گونه محدودیت زمانی برای بازیابی نتایج در نظر گرفته نشد. جستجوها در تاریخ ۲۰۱۵/۵/۵ انجام گرفت. حاصل این مرحله ذخیره متن کامل ۲۶۴۲ پروانه ثبت اختراع بود که به‌منظور تأمین جامعیت پژوهش، داده‌های مربوط به همه این پروانه‌ها مورد بررسی قرار گرفتند. به‌منظور جمع‌آوری داده‌ها، عنوان پروانه‌های بازیابی شده در فایل نوت پد[1] ذخیره شد تا برای بازیابی اطلاعات کامل پروانه‌ها در نرم‌افزاری که به این منظور با برنامه سی-شارپ[2] نوشته شده بود، فراخوانی گردد. بعد از فراخوانی عنوان پروانه‌ها در برنامه، پروانه‌های ثبت اختراع به‌صورت مجزا ذخیره شد. برای تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از فرمول‌های ویژه ضریب رشد، قدرت علمی، قدرت فنی و پیوند با علم که در نرم‌افزار اکسل اجرا شد، استفاده گردید.

در بررسی روند رشد توصیه می‌شود که نمودارهای فراوانی تجمعی و فراوانی خالص هر دو مدنظر قرار گیرند چراکه برخی اطلاعات در نمودارهای تجمعی قابل مشاهده نیستند (Larsen 2010). در محاسبه ضریب رشد از فرمول زیر استفاده شده است.

$$1-2^{R}=\frac{Log_{e}W_{2}-Log_{e}W_{1}}{T_{2}-T_{1}}$$

به‌طوری که $1\text{-}2^{R}$ ضریب رشد نسبی در یک دوره زمانی مشخص، Log_e W1 لگاریتم تعداد اولیه پروانه‌های ثبت اختراع، Log_e W2 لگاریتم تعداد نهایی پروانه‌های ثبت اختراع در بازه زمانی مورد نظر و T2-T1 اختلاف بین دو دوره زمانی را نشان می‌دهد.

محدودیت‌های پژوهش

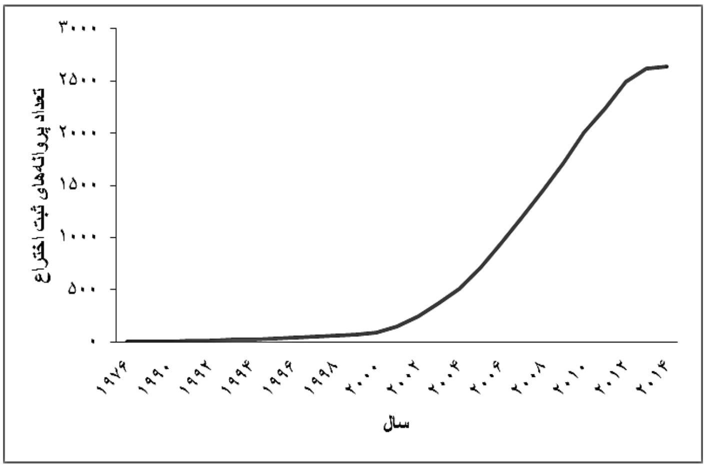
بزرگترین محدودیت در این پژوهش عدم امکان دسترسی به اطلاعات پروانه‌های ثبت اختراع مربوط به حوزه مورد بررسی در سامانه ثبت اختراع تمام کشورها است. از این‌رو، پژوهش به‌خوبی نمی‌تواند پارامترهای مورد مطالعه را در سایر نظام‌های ثبت اختراع بررسی و ضمن مقایسه نتایج، به دستاوردهای جامعی در این خصوص دست یابد. ناقص بودن داده‌های مورد نیاز در برخی پروانه‌ها، مانند نداشتن تاریخ و در برخی موارد داشتن دو تاریخ ثبت نیز از دیگر محدودیت‌های پژوهش می‌باشد.

1. Notepad
2. C#

یافته‌ها

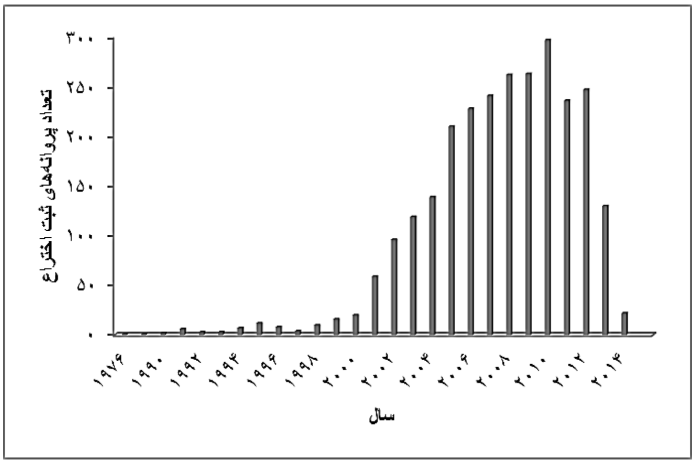
پرسش اول: روند رشد پروانه‌های ثبت اختراع نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا طی سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ چگونه است؟

نمودار شماره ۱ روند رشد تراکمی و نمودار شماره ۲ توزیع فراوانی مطلق پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا طی سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ را نشان می‌دهند.



نمودار ۱. رشد تراکمی پروانه‌های ثبت اختراع نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا

همان‌گونه که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود تعداد پروانه‌های این حوزه از رشد قابل‌ملاحظه‌ای در طی سال‌های مورد بررسی برخوردار بوده به‌طوری که تعداد کل پروانه‌های این حوزه از یک مورد در سال ۱۹۷۶ به ۲۶۴۲ در سال ۲۰۱۴ افزایش یافته است. البته نمودار رشد در فاصله سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۰ روند کندی را نشان می‌دهد (ضریب رشد ۰/۱۸۸)، در حالی‌که از سال ۲۰۰۰ به بعد شاهد رشد ناگهانی تعداد پروانه‌ها هستیم (ضریب رشد ۰/۲۳۹). همچنین در نمودار ۲ مشاهده می‌شود که بیشترین تعداد پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک مربوطه به سال۲۰۱۰ (۲۹۷ مورد) و کمترین تعداد مربوط به سال‌های ۱۹۷۶ و ۱۹۷۹ (۱ پروانه ثبت اختراع در هر سال) است. مقایسه درصد رشد پروانه‌های هر سال نسبت به سال قبل نشان می‌دهد که بیشترین میزان رشد مربوط به فاصله سال‌های ۲۰۰۱ نسبت به ۲۰۰۰ (رشد ۲۹۵ درصدی) بوده و بیشترین رشد منفی پروانه‌ها در فاصله سال‌های ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۴ (منفی ۵۹۵ درصد) اتفاق افتاده است.

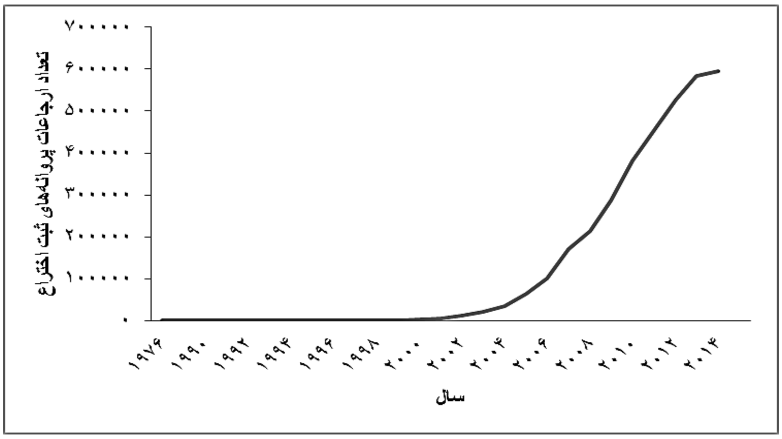


نمودار۲. توزیع فراوانی پروانه‌های ثبت اختراع نانوالکترونیک درپایگاه ثبت اختراع آمریکا به‌تفکیک سال

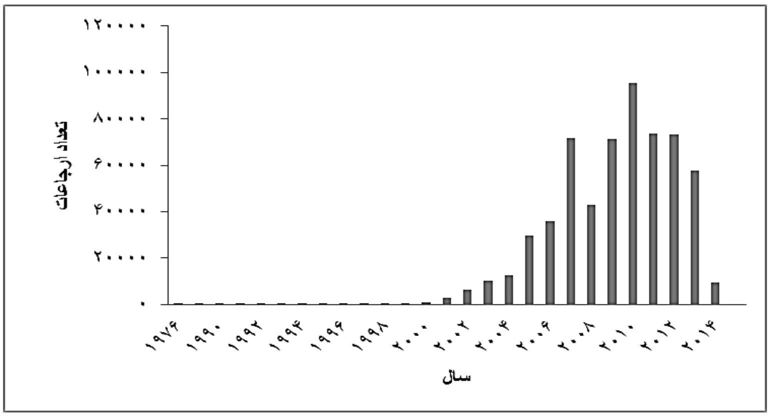
پرسش دوم: روند رشد استنادهای موجود در پروانه‌های ثبت اختراع نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا طی سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ چگونه است؟

نمودار شماره ۳ به‌منظور بررسی روند رشد تراکمی تعداد استنادها و نمودار ۴ به‌منظور بررسی استنادها به تفکیک سال طی سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ ترسیم شده است.

براساس یافته‌های نمودار ۳ رشد تعداد کل استنادها در پروانه‌های ثبت اختراع از سال ۱۹۷۶ تا ۲۰۱۴ روند صعودی داشته است. رشد استنادها در فاصله سال‌های ۱۹۷۶ تا ۲۰۰۲ نسبتاً ثابت بوده (ضریب رشد برابر۰/۲۶۶)، اما از این سال به بعد روند رشد قابل‌ملاحظه‌ای مشاهده می‌شود (۰/۳۳۱). نمودار ۴ نیز نشان می‌دهد که بیشترین تعداد استنادها، مربوط به پروانه‌های سال ۲۰۱۰ و کمترین تعداد مربوط به سال ۲۰۰۰ است. البته تعداد استنادها در پروانه‌های قبل از ۲۰۰۰ به‌مراتب کمتر از این حد و انگشت شمار بوده و به همین دلیل در نمودار قابل نمایش نیست. به‌منظور بررسی دقیق‌تر توزیع فراوانی تعداد استنادها در سال‌های مختلف، میانگین تعداد استنادها با تقسیم تعداد استنادها موجود در پروانه‌های ثبت اختراع هر سال بر تعداد کل پروانه‌های آن سال محاسبه شد.



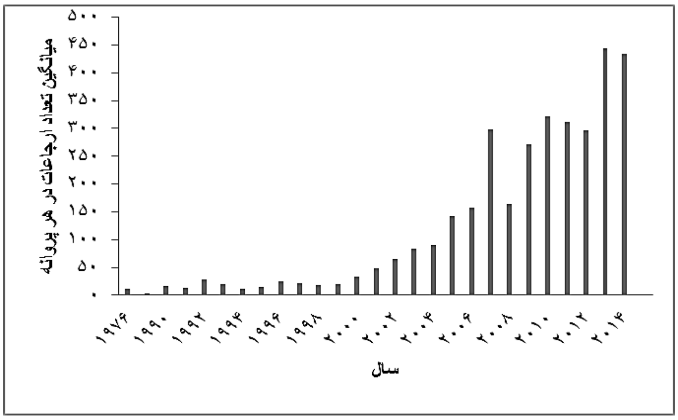
نمودار۳. رشد تراکمی استنادها موجود در پروانه‌های ثبت اختراع نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا به‌تفکیک سال



نمودار۴، توزیع فراوانی استنادها موجود در پروانه‌های ثبت اختراع نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا به‌تفکیک سال

پرسش سوم: توزیع استنادهای موجود در پروانه ثبت اختراع نانوالکترونیک به پروانه‌های ثبت اختراع (به‌تفکیک پروانه‌های آمریکایی و غیرآمریکایی) و سایر انواع مدارک چگونه است؟

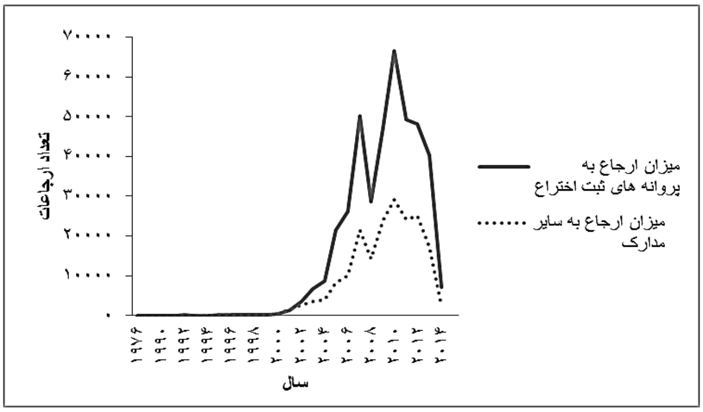
همان‌گونه که در نمودار۵ مشاهده می‌شود بیشترین میانگین تعداد استنادهای مربوط به پروانه‌های سال‌های ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ است در حالی‌که بیشترین تعداد استنادها بدون در نظر گرفتن تعداد پروانه‌ها، (طبق داده‌های نمودار ۴) در سال ۲۰۱۰ مشاهده شده است. بدین معنی‌که سیاهه استنادهای برخی از پروانه‌ها در این سال طولانی‌تر از سال‌های دیگر است. درحالی‌که، با فرض توزیع یکسان استنادها در پروانه‌های هر سال، تعداد منابع مورد استناد در پروانه‌های سال ۲۰۱۳ و ۲۰۱۴ بیش از سال‌های قبل بوده است.



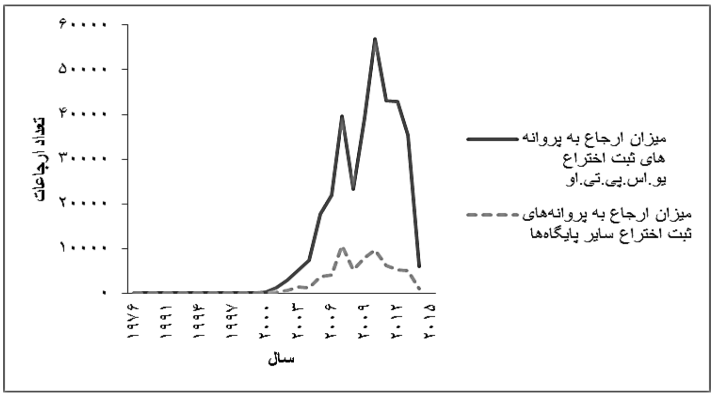
نمودار۵. توزیع فراوانی متوسط تعداد استنادها در پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا به‌تفکیک سال

در نمودار ۶ میزان استنادهای پروانه‌های ثبت اختراع به‌تفکیک نوع منبع نشان داده شده است.

نمودار ۶ حاکی از گرایش بیشتر مخترعین حوزه نانوالکترونیک در استناددهی به پروانه‌های ثبت اختراع در مقایسه با مقالات علمی است. میزان استناددهی به این دو دسته از منابع تا سال ۲۰۰۲ به یک اندازه بوده و از آن به بعد استنادهای بیشتری به پروانه‌های ثبت اختراع صورت گرفته است. البته در فاصله این سال‌ها روند رشد استنادها به هر دو دسته از منابع با روندی مشابه و با نسبت تقریباً یکسان در جریان بوده است. به‌بیان دقیق‌تر در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۰ شاهد نقاط اوج نمودار و در سال‌های بعد با افت استنادها به هر دو دسته از منابع مواجه هستیم. همان‌گونه که در نمودار ۷ مشاهده می‌شود، میزان استناد به پروانه‌های پایگاه ثبت اختراع آمریکا در مقایسه با پروانه‌های سایر پایگاه‌ها تا سال ۲۰۰۰ به یک اندازه بوده است. اما از سال ۲۰۰۰ به بعد این میزان برای پروانه‌های پایگاه ثبت اختراع آمریکا به‌مراتب بیش از پروانه‌های ثبت شده در سایر پایگاه ها بوده است. در این مورد نیز شاهد روند مشابه استناددهی به پروانه‌های ثبت شده در هر دو گروه از پایگاه ها هستیم. به‌بیان دقیق‌تر نقاط اوج استناددهی را در سال‌های ۲۰۰۷ و ۲۰۱۰ و نقاط افت را در سال‌های بعد می‌توان دید. مطالعه میزان پیوند بین علم و فناوری در حوزه نانوالکترونیک از طریق بررسی استنادها موجود در پروانه‌های ثبت اختراع این حوزه تحقق می یابد.



نمودار۶.توزیع فراوانی تعداد استنادهای پروانه‌های ثبت اختراع نانوالکترونیک به‌تفکیک نوع منبع



نمودار۷. توزیع فراوانی تعداد استناد به پروانه‌های ثبت اختراع در پروانه‌های نانوالکترونیک به‌تفکیک پایگاه

پرسش چهارم: میزان سنجه‌های پیوند با علم و فناوری در پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا چگونه است؟

در این پژوهش پیوند با علم در پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک طبق فرمولی که توسط نارین ارائه شده است (Narin, 2000)، برابر با تقسیم تعداد استنادها پروانه‌ها به مدارک علمی بر تعداد کل استنادها پروانه‌های این حوزه محاسبه شده که این میزان برای کل دوره مورد بررسی برابر با ۳۱/۷ درصد به‌دست آمده است. برای اینکه بتوانیم وضعیت پیوند با علم در حوزه نانوالکترونیک را با سایر حوزه‌ها مقایسه کنیم این شاخص برای سال‌های ۱۹۷۶ تا ۱۹۹۷ محاسبه شد که برابر با ۴۲ درصد به‌دست آمد. این رقم در پژوهش‌های قبلی تا سال ۱۹۹۷ برای پروانه‌های ثبت اختراع داروسازی و پزشکی ۱۵ و برای

ژنتیک ۲۵ گزارش شده است. هم‌چنین قدرت علمی از حاصل‌ضرب شاخص پیوند با علم در تعداد کل پروانه‌های ثبت اختراع محاسبه می‌شود که مقدار آن برای حوزه نانوالکترونیک برابر با ۸۳۷ به‌دست آمده است.

فرمول محاسبه شاخص‌های فوق بدین صورت است:

$$\text{پیوند با علم} = \frac{\text{میزان ارجاع به مدارک علمی در پروانه ها}}{\text{کل ارجاعات پروانه ها}} * 100$$

$$\text{پیوند با علم در حوزه نانوالکترونیک} = \frac{188527}{594604} * 100 = 31.7$$

$$\text{قدرت علمی} = \text{میزان پیوند با علم} * \text{تعداد کل پروانه ها}$$

$$\text{قدرت علمی در پروانه های ثبت اختراع نانوالکترونیک} = 0.317 * 2642 = 837$$

پرسش پنجم: میزان سنجه‌های قدرت علمی و قدرت فنی در پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک در پایگاه ثبت اختراع آمریکا چگونه است؟

میزان استناددهی به پروانه‌های ثبت اختراع نشانگر میزان استفاده این منابع از فناوری‌های پیشین است. در متون علم‌سنجی میزان استناددهی مقالات علمی به پروانه‌های ثبت اختراع به‌عنوان شاخصی برای نشان دادن پیوند با فناوری ملاک قرار گرفته است. در حالی‌که در این پژوهش میزان اتکای پروانه‌های ثبت اختراع به پروانه‌های قبل از خود برای نشان دادن میزان پیوند با فناوری منظور شده و بر این اساس، پیوند فنی در پروانه‌های نانوالکترونیک با تقسیم تعداد کل استنادهای پروانه‌ها به مدارک فنی بر تعداد کل استنادهای موجود در پروانه‌های مورد بررسی محاسبه شده است که این میزان برای کل دوره مورد بررسی برابر با ۶۸/۳ درصد می‌باشد. قدرت فنی نیز از حاصل‌ضرب میزان پیوند با فناوری در تعداد کل پروانه‌های ثبت اختراع محاسبه شد که این مقدار برابر با ۱۸۰۴ است.

فرمول محاسبه شاخص‌های ذکر شده به‌شکل زیر است:

$$\text{پیوند با فناوری} = \frac{\text{میزان ارجاع به مدارک فنی در پروانه ها}}{\text{کل ارجاعات پروانه ها}} * 100$$

$$\text{پیوند با فناوری در حوزه نانوالکترونیک} = \frac{406049}{594604} * 100 = 68.3$$

$$\text{قدرت فنی} = \text{میزان پیوند با فناوری} * \text{تعداد کل پروانه ها}$$

$$\text{قدرت فنی در حوزه نانوالکترونیک} = 68.3 * 2642 = 1804$$

نتیجه

نتایج حاصل از بررسی روند رشد پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک، حاکی از رشد ناگهانی این منابع از سال ۲۰۰۰ به بعد است. همسو با این یافته، نتایج یک پژوهش (ناشناس، ۱۳۹۰) که به مقایسه وضعیت انتشارات و ثبت پروانه‌های برخی کشورهای جهان در فناوری نانو براساس داده‌های پت استت[1]، پرداخته است نیز نشان می‌دهد که درخواست ثبت اختراع در سطح جهانی از سال ۲۰۰۰ به بعد افزایش چشمگیری داشته است. در این رابطه سازمان سرمایه فکری جهانی در گزارش شاخص‌های سال ۲۰۱۱ افزایش تعداد درخواست‌های ثبت اختراع از نیمه دوم دهه ۹۰ را نشان‌دهنده تسهیل در پیشرفت فناوری دانسته است که به خروجی‌های اقتصادی و رفاهی بیشتر منتهی می‌شود. این افزایش منعکس‌کننده تغییر در سیاست‌های ثبت اختراع شرکت‌ها شناخته شده و پیشرفت در تجارت بین المللی و نیاز شرکت‌ها به حفاظت از دارایی‌های دانشی خود در بازارهای جهانی از دیگر عوامل مسبب این جریان ذکر شده است.

نتایج حاصل از پژوهش حاضر در خصوص رشد قابل‌ملاحظه پروانه‌های نانوالکترونیک در سال‌های اخیر نیز قابل پیش‌بینی است و در توجیه آن شاید بتوان رشد قابل‌ملاحظه این مدارک را به اهمیت ابداعات مربوطه و داشتن جنبه نوآوری قوی‌تر در آنها نسبت داد. تمایل بیشتر به ثبت ابداعات بزرگ، که دارای تأثیرات اجتماعی و اقتصادی وسیع‌تر هستند و در پی تحولات علمی جدید شکل می‌گیرند واقعیتی است که در پژوهش مکینن[2] (۲۰۰۷) نیز به اثبات رسیده است.

در بررسی روند رشد تراکمی پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک، همان‌گونه که در نمودار ۱ مشاهده می‌شود، در نگاه اول این روند منطبق بر منحنی S شکل به‌نظر می‌رسد و این‌گونه تصور می‌شود که چرخه عمر این فناوری به مرحله اشباع رسیده باشد. تحلیل روند رشد با استفاده از داده‌های کمی و با کمک منحنی S شکل در پیش‌بینی فناوری به‌ویژه در سال‌های اخیر مورد توجه پژوهشگران قرار گرفته است (Intepe and Koc, 2012). در این مدل چرخه حیات هر فناوری معمولاً از پذیرش اولیه، رشد، بلوغ و سرانجام افول شکل می‌گیرد. در منحنی S شکل که عموماً بر پایه قانون لجستیک رشد[3] قرار دارد، فرض بر آن است که نظام تا رسیدن به حد بالای خود به‌صورت نمایی رشد کرده و پس از آن با کاهش نرخ رشد به نقطه اشباع می‌رسد و یک منحنی S شکل به‌وجود می‌آورد (زارع احمدآبادی و یوسف‌تبار میری، ۱۳۹۲). اما با توجه به نتایج پژوهش‌های گذشته (منصوری و عصاره، ۱۳۹۳) مبنی بر

1. Pat Stat
2. Mäkinen
3. The Logistic growth curves (S-curves)

اینکه فرآیند ثبت اختراع حداقل سه سال به درازا می‌انجامد، می‌توان استنتاج کرد که در این پژوهش، کاهش رشد تعداد پروانه‌های مورد بررسی در سال‌های پایانی نمی‌تواند نشان‌گر افول و اشباع فناوری نانوالکترونیک باشد. این نتیجه‌گیری با یافته‌های میلانز و دیگران مبنی بر اینکه فناوری نانو در سال ۲۰۲۵ به نقطه اشباع خود خواهد رسید، نیز قابل‌توجیه است (Milanez et al, 2014).

در بررسی روند رشد استنادهای موجود در پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک مشخص شد که تعداد استنادها از سال ۲۰۰۲ به بعد افزایش قابل‌ملاحظه‌ای داشته است. این پدیده می‌تواند متأثر از افزایش توجه به اهمیت استنادها در ارزش‌گذاری علمی پروانه‌های ثبت اختراع باشد. مروری بر متون فن-سنجی[1] نشان می‌دهد که شرکت‌ها برای تجاری‌سازی پروانه‌های ثبت اختراع نگاه ویژه‌ای به کمیت و کیفیت استنادهای این مدارک دارند. به‌گونه‌ای که نارین با توجه به اهمیت استنادها در ارزیابی کیفیت پروانه‌های ثبت اختراع به معرفی شاخص‌هایی مانند سنجه دوره زمانی فناوری و شاخص‌های پیوند با علم پرداخت تا به‌وسیله آنها شرکت‌ها بتوانند توان فناوری خود را مورد ارزیابی قرار دهند (Narin , 2000).

میزان اتکای فناوری‌های نانوالکترونیک به متون علمی و نیز پروانه‌های ثبت اختراع گذشته را می‌توان با مطالعه میزان استنادهای پروانه‌های ثبت اختراع به‌تفکیک نوع منبع نشان داد. با محاسبه دو شاخص پیوند با علم و پیوند با فناوری در این پژوهش مشخص شد که مخترعان تمایل بیشتری به استناددهی به پروانه‌های قبل از خود نسبت به مدارک علمی دارند. گرایش بیشتر به استناددهی به پروانه‌ها با توصیه سازمان ثبت اختراع اروپا به استفاده از پایگاه‌های مرتبط نظیر اسپیس نت[2] در جستجوی هنر پیشین قابل‌توجیه است (European Patent Office, 2008). این واقعیت اظهارات پرایس را که ایجاد برخی فناوری‌های مشخص همیشه به استخراج معرفت مورد نیاز از علم وابسته نیست، بلکه مربوط به این است که آیا اساساً نیازی به آن فناوری بوده یا خیر را تأیید می‌کند (احمدی، زیباکلام، ۱۳۹۰ ؛ Cuevas, 2005). پررنگ‌تر بودن جنبه فنی پروانه‌های ثبت اختراع نانوالکترونیک نیز، ممکن است ناشی از ماهیت کاربردی این حوزه باشد و حجم وسیع‌تر پروانه‌های مرتبط قبلی می‌تواند مزید بر علت باشد. با این همه، همان‌گونه که کواس[3] (۲۰۰۵) ذکر می‌کند لازمه استفاده از دانش علمی در تولید یک محصول فناوری این است که متخصصین فناوری از وجود دانش مفید و مورد علاقه در جامعه علمی مطلع باشند. از سوی دیگر جامعه علمی نیز لازم است در طراحی مدل‌های نظری بر جنبه کاربردی آنها در حل مسائل فناوری بیشتر توجه

1. Technometrics
2. Space Net
3. Cuevas

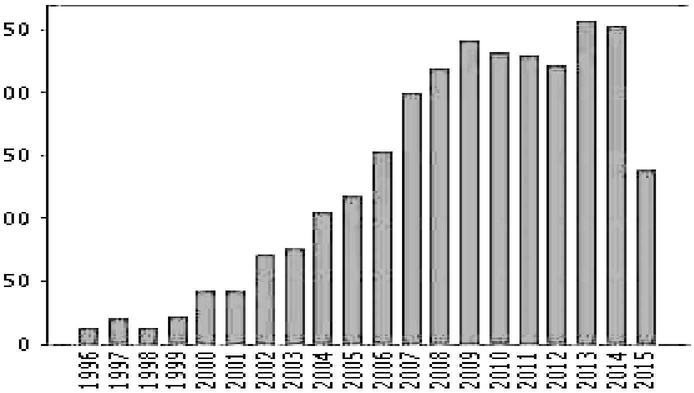
نمایند. بر این اساس توصیه می‌شود مدل‌های عمومی و خلاصه‌ای که از سوی جامعه علمی و با در نظر گرفتن اصول کلی ارائه می‌شود، بیشتر بر پایه اصول عملی طراحی گردند.

گرایش بیشتر مخترعان به استناددهی به پروانه‌های موجود در پایگاه ثبت اختراع آمریکا در مقایسه با پروانه‌های سایر پایگاه‌ها از دیگر یافته‌های این پژوهش است. این وضعیت در نتایج پژوهش‌های مشابه نیز گزارش شده است. به‌عنوان مثال، نارین و الوسترو در مطالعه پروانه‌های پایگاه ثبت اختراع آمریکا و اداره ثبت اختراع اروپا نشان دادند که مخترعان تمایل بیشتری به استفاده از پروانه‌های ثبت اختراع آمریکا دارند (Narin and Olivastro, 1998). در این رابطه، هارهوف و همکاران در مقایسه استناد به پروانه‌های ثبت اختراع آلمانی و آمریکایی به این نتیجه دست یافتند که میزان استناد پروانه‌های ثبت اختراع آلمان به پروانه‌های آلمانی قبلی (با میانگین ۰/۵۰۴)، بسیار کمتر از میزان استناد پروانه‌های ثبت اختراع آمریکا به پروانه‌های آمریکایی قبل از خود (میانگین ۶/۸۳) است (Harhoff et al, 1999).

در این پژوهش، همچنین مشخص شد که پروانه‌های ثبت اختراع حوزه نانوالکترونیک به‌میزان قابل‌توجهی به مقالات علمی استناد داده‌اند. اگرچه میزان پیوند با فناوری در حوزه نانوالکترونیک بیش از دو برابر میزان پیوند با علم به‌دست آمد (۶۸ درصد در برابر ۳۲ درصد) با این همه میزان پیوند با علم در این حوزه همانند برخی حوزه‌های تجربی قابل‌ملاحظه است. اتکای فناوری به علوم در چند دهه اخیر در پژوهش‌های قبلی نیز مورد تأیید قرار گرفته است. به‌عنوان مثال، نارین[1] و همکاران (۱۹۹۷) به سه برابر شدن میزان استناددهی به مقالات در پروانه‌های ثبت اختراع در یک دوره زمانی شش ساله (۱۹۸۷-۱۹۹۳) اشاره کرده‌اند. نقش روزافزون اکتشافات علمی در پیشرفت فناوری‌های کاربردی که با افزایش تعداد استناد به مدارک علمی در پروانه‌های ثبت اختراع همراه بوده است در نتایج پژوهش وربیک و همکاران (۲۰۰۲) نیز به‌چشم می‌خورد. از جمله دلایلی که وربیک و همکاران بر افزایش تعداد استناد به مدارک علمی در پروانه‌ها بیان کرده‌اند این است که اکتشافات علمی نقش روزافزونی در پیشرفت فناوری‌های کاربردی دارند (Verbeek et al, 2002). عامل دیگری که متصور می‌باشد این است که انتشار پروانه‌ها در برخی حوزه‌ها از جمله کشاورزی و بیوتکنولوژی زمان‌بر بوده و عدم دسترسی به تعداد کافی از این مدارک سبب استناددهی به منابعی غیر از پروانه‌ها می‌شود. افزایش روزافزون مدارک علمی مرتبط با نانوالکترونیک، به‌ویژه از اواخر دهه ۹۰ به بعد با داده‌های به‌دست آمده از پایگاه وب‌آوساینس قابل تأیید است. نمودار ۸ توزیع فراوانی مدارک علمی مرتبط با نانوالکترونیک در پایگاه وب‌آوساینس را از بدو

1. Narin

پوشش آنها تا تاریخ انجام جستجو (۲۰۱۵/۰۸/۱۲) نشان می‌دهد.



نمودار۸. توزیع فراوانی مدارک علمی مرتبط با نانوالکترونیک در پایگاه وب‌آوساینس

رشد تقریباً همگام پروانه‌های ثبت اختراع با مدارک علمی، که از مقایسه این نمودار با نمودار ۲ می‌تواند استنتاج شود، نشانه خوبی از برقراری پیوند علم و فناوری در این حوزه است. بر این اساس می‌توان ادعا کرد که فناوری نانوالکترونیک، همچنین تا حد زیادی بر پایه پیشرفت‌های علمی استوار است. در این راستا میلانز و همکاران نیز در بررسی پروانه‌های ثبت اختراع نانو به نتیجه مشابهی مبنی بر اینکه رابطه مستقیمی میان پیشرفت‌های علمی در حوزه نانو و گسترش این فناوری وجود دارد دست یافتند (Milanez et al, 2014). البته، رابطه علم و فناوری یک رابطه دو سویه و اتکای یکی به دیگری، حکایت مرغ و تخم‌مرغ است. در این پژوهش وابستگی فناوری نانوالکترونیک به متون علمی و فنی بررسی شده است. پیشنهاد می‌شود در مطالعات بعدی تعامل علم و فناوری در این حوزه، از جنبه روابط استنادی معکوس، از طریق بررسی استنادهای موجود در متون علمی این حوزه، مورد مطالعه قرار گیرد.

کتابنامه

احمدی، مهدی، زیباکلام، سعید (۱۳۹۰) رابطه علم و فناوری: طرح و نقد الگوی فناوری به‌مثابه علم کاربردی، *فلسفه تکنولوژی*، ۴، ۱۴-۱.

امیری، سعید، نیکنام، نادر، صاحبی‌نژاد، مجید (۱۳۸۷). بررسی آماری وضعیت تولید علم و فناوری و ثبت اختراعات مرتبط با فناوری نانو در کشورهای مختلف. *سیاست علم و فناوری*، ۱ (۳)، ۱-۱۲.

باقری، کامران، بداغی، لیلا (۱۳۸۱). استفاده از تحلیل پتنت به‌عنوان یکی از منابع اصلی اطلاعات تکنولوژی در صنعت برق. در هفدهمین کنفرانس بین‌المللی برق. ۲۸-۳۰ شهریور، تهران.

توکلی‌زاده راوری، محمد، سهیلی، فرامرز (۱۳۹۲). بررسی مطالعات استنادی پروانه‌های ثبت اختراع. *رهیافت*، ۵۵،

.۳۱-۱۳

زارع احمدآبادی، جبیب، یوسف‌تبار میری، صادق (۱۳۹۲). پیش‌بینی فناوری با تحلیل محتوی سند ثبت اختراع: تحلیلی بر آینده فناوری لعاب. *فصلنامه مدیریت توسعه فناوری*، ۱(۲)، ۸۵-۵۷.

شهبازی منشادی، الهه (۱۳۹۳). *مطالعه شدت استناد به پروانه‌های ثبت اختراع در مقالات مجلات شیمی ایران*. پایان-نامه کارشناسی ارشد علوم اجتماعی، دانشگاه یزد.

منصوری، علی، عصاره، فریده (۱۳۹۳). بررسی ارزش منابع دانش براساس عامل اهمیت نگاه به گذشته و نگاه به آینده: مطالعه موردی پروانه‌های ثبت اختراع . *پژوهشنامه پردازش و مدیریت اطلاعات*، ۲۹(۳)، ۶۵۷-۶۸۴.

ناشناس. ۱۳۹۰. مقایسه وضعیت انتشارات و ثبت پتنت برخی کشورهای جهان در فناوری نانو. ترجمه مرتضی سلطان دقان، *ماهنامه فناوری نانو*. ۱۶۴ (۳)، ۳۸-۴۵ .

Bunge, M. (1966). Technology as Applied Science. *Technology and Culture* , 3: 329-347.

Bush, V. (1945). *Science, The Endless Frontier*: A Report to the President . Washington DC.

Cuevas, A. (2005) The Many Faces of Science and Technology Relationships. *Essays in Philosophy*, 6(1), 3.

European Patent Office (2008). What is prior art. Retrived from https://www.epo.org/learning-events/materials/inventors-handbook/novelty/prior-art.html 24/08/2015

Gibbons, M., and Johnston, R. (1974) The Role of Science in Technological Innovation ". *Research Policy*, 3: 220?242.

Harhoff, D., Narin F., Scherer F.M. and Vopel. K. (1999). Citation frequency and the value of patented inventions. Review of Economics and statistics, 81(3), 511-515.

Hicks, D. (2000). *360 degree linkage analysis. Research evaluation, 9(2), 133-143.*

Illinois Institute of Technology Research Institute(1968). *Technology in Retrospect and Critical Events in Science* . Washington, DC: National Science Foundation.

Intepe,G., Koc, T. (2012). The Use of S Curves in Technology Forecasting and its Application On 3D TV Technology, International Journal of Mechanical, Aerospace, Industrial. *Mechatronic and Manufacturing Engineering*, 6(11), 2491-2495.

Looy, B. V., Magerman, T., & Debackere, K. (2007). Developing technology in the vicinity of science: An examination of the relationship between science intensity (of patents) and technological productivity within the field of biotechnology. *Scientometrics* 70(2): 441-449.

Mcmillan, G. , Narin, F.and Deeds, D. L. (2000). An analysis of the critical role of public science in innovation: the case of biotechnology. *Research Policy*, 29: 1-8.

Mäkinen, I. (2007). The propensity to patent: An empirical analysis at the innovation level. In Paper Submitted to the EPIP–2007 Conference Lund, Sweden. www. vtt. fi/inf/pdf/publications/2007 P (Vol. 646).

Milanez, D. H., Faria, L., Amaral, R., Levia, D.and Jose´ Angelo Rodrigues Gregolin, J.

(2014). Patents in nanotechnology: an analysis using macro-indicators and forecasting curves. *Scientometrics*, 101(2), 1097-1112..

Narin, F. (2000). *Tech-Line® BACKGROUND PAPER. Measuring Strategic Competence*,(n.d.). Retrieved 4 1, 1394, from uspto.gov.

Narin, F., and Olivastro, D. (1998). Linkage between patents and papers: an interim epo/us comparison. *Scientometrics*, 41(1-2):51-59.

Narin, F., Hamilton, S. K. S. and Olivastro, D. (1997). The increasing linkage between U.S. technology and public science. *Research Policy*, 26: 317-330.

Perko, .J. S & Narin, F. (1997). The transfer of public science to patented technology: A case study in agricultural science. *The Journal of Technology Transfer*. 22(3): 65-72.

Price, Derek S. (1965). Is Technology Historically Independent of Science? A Study in Statistical Historiography, *Technology and Culture* , 6: 553-568.

Verbeek, A., Koenraad, D., Marc, L., & Petra A. (2002) . Linking science to technology: Using bibliographic references in patents to build linkage schemes. *Scientometrics*, 54 (3): 399–420.

World Intellectual Property Organisation. (2011). WIPO Economics & Statistics Series, World Intellectual Property Indicators, WIPO Publication No. 941E/2011, Switzerland.

Dang, Y., Zhang, Y., Fan, L., Chen, H. & Mihail C. R. (2010). Trends in worldwide nanotechnology patent applications: 1991 to 2008, *J Nanopart Res*. 12(3): 687–706.

Zuniga, P., D. Guellec, H. Dernis, K., M., Okazaki, T., and Webb, C. (2009). OECD patent statistics manual.